地面无线数字电视覆盖单频网 SFN 组网模式与接收不良处理

摘　要：无线数字电视是基于有线数字电视而产生的一种新型电视接收方式，两者覆盖方式有很大区别。目前，地面无线数字电视在我国的推广上处于初始阶段，覆盖范围有待扩大，并且存在接收不良等各类问题，这也导致无线数字电视的推广受到限制。基于此，本文在简要分析单频网原理及优点的基础上，阐述了地面无线数字电视覆盖单频网 SFN 的组网模式，最后探讨了地面无线数字电视覆盖单频网 SFN 接收不良的有效处理措施。

关键词：无线数字电视；单频网 SFN；组网模式；接受不良处理
中图分类号：TN949.197　　文献标识码：A
文章编号：1671-0134（2017）06-097-02　　DOI：10.19483/j.cnki.11-4653/n.2017.06.030

■文 / 徐晓明

随着科学技术的快速创新，广播电视接收技术的更新速度也有了大幅度的提升。就现阶段而言，我国地面无线数字电视的普及率相对较低，主要是因为无线数字电视还存在一些问题，如接收不良、信号干扰等，从而导致地面无线数字电视的推广受到限制，覆盖率较低。针对这种现象，在慎重选择无线数字电视覆盖单频网 SFN 组网模式的基础上，需采用科学、适宜的措施对单频网 SFN 存在的接收不良进行处理，保障单频网的信号接收质量，从而提升地面无线数字电视的普及和发展速度。

1. 单频网的原理及优点

1.1 原理

单频网（Single FrequencyNetwork，SFN）属于一种数字电视覆盖网络，主要是由位于不同地点但状态同步的多个发射机构成。单频网覆盖是指单频网在同一时刻以相同频率向服务区域发射相同节目信号，从而实现对电视节目的传输。单频网的原理是 TS 流经过单频网适配器进行处理和配置，在 TS 流内融入秒帧初始化包（SIP），并经由节目分配网络向各发射台进行传输，当发射台接收到 TS 码流后，同步系统会对单频网同步的时间进行准确计算，补偿网络传输时间，依据单频网适配器的相应工作模式，地面数字电视激励器会向电视终端传输节目信号，从而实现对电视节目的传递。

1.2 优点

在我国频道资源有限的情况下，通过应用地面数字电视单频网，能够实现对电视节目频率的科学规划，提升频谱利用率，有利于节约频率资源。信号盲点或盲区是单台数字电视发射机发射普遍存在的问题，而发射机功率的改善无法解决该问题。地面数字电视单频网是以多点同频发射的方式传递电视节目，通过应用单频网，有利于解决覆盖盲区问题，对提升电视节目信号的传输质量很有帮助。同时，基于单频网的应用，通过改善单频网的组网模式，有利于降低数字电视发射机等设备的添加和维修成本，能够实现对单频网发射网络的优化，也能够为地面无线数字电视信号的传输提供保障。此外，通过科学组网地面无线数字电视单频网，电视节目信号的辐射能够得到改善，有利于降低电磁波污染，减轻电视节目信号传输受到的干扰，对提升单频网覆盖均匀度很有帮助。

2. 地面无线数字电视覆盖单频网 SFN 的组网模式

地面无线数字电视覆盖的组网方式主要包括三种，分别是单频网、双频网与多频网，而应用较为广泛的是单频网，主要是因为单频网具有频率资源利用率高、覆盖面积大等特点。单频网的性能会受调制编码方式、保护间隔、纠错码率等多种系统参数的影响，而对单频网组网模式的选择，也应充分参考相关系统参数及实际需求。

2.1 组网原则

地面数字电视单频网的结构是网络拓扑结构，如果单频网的覆盖区域存在较大重叠，则信号载噪比会减小，从而导致单频网覆盖区域内不同地区接收不到信号，即单频网存在的接收不良问题。基于此，为了保障单频网性能的发挥，在单频网建设中，应对单频网组网模式进行慎重选择，减少单频网覆盖的重叠区，确保单频网覆盖区的各个发射点能够以相同的频率发射电视信号，降低信号干扰，从而保证电视信号的传输质量。

对于单频网组网模式的选择，应遵循相应的原则，即单频网覆盖范围内的各个发射台的距离应小于但要接近单频网的理论覆盖半径，并选用载噪比门限低的组网模式对单频网进行组网，选用净荷速率高的传输模式，准确计算系统参数，从而实现对地面数字电视发射机功率的有效控制，实现 TS 码流的最大化传输。

2.2 单频网 SFN 组网模式分析

单频网 SFN 组网包括两种实现网络结构，一种是开放式网络结构，另一种是封闭式网络结构。其中，开放式网络结构的构成元素是单个的发射机，通过应用该结构，有利于降低总体网络结构形式对单频网覆盖范围之外其他区域造成的辐射电平限制。针对封闭式网络结构，在不影响服务条件

的情况下，通过应用封闭式网络结构，有利于降低单频网覆盖区域之外的辐射电平。

基于对单频网 SFN 组网结构的确定，根据实际需求的不同，单频网 SFN 的组网模式可分为两种模式，一种是六边形组网模式（图 1），另一种是三角形单频组网模式（图 2）。其中，单频网 SFN 的六边形组网模式主要适应于大面积的覆盖，而单频网 SFN 的三角形单频组网模式所能够覆盖的面积相对较小，这也体现出两种组网模式的不同特点。

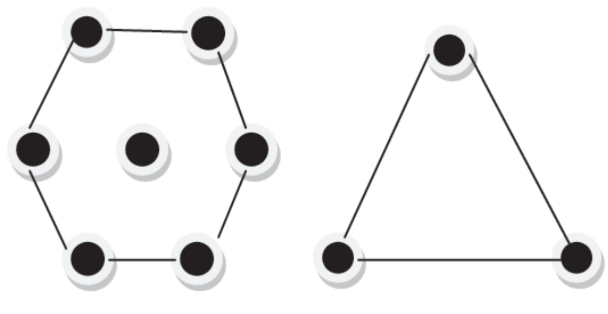


图 1　六边形单频网　　　图 2　三角形单频网

通过分析单频网 SFN 的六边形组网模式可知，六边形单频网主要由七个发射站构成。其中，六边形单频网的外围包括六个发射功率相同的发射站，并由外围六个发射站以定向发射的方式向中心位置的第七个发射站发射天线。从单频网覆盖面积来看，六边形单频网的覆盖面积更大，且覆盖面积的可调控性比较强，通过利用组合拼接方式，以蜂窝状结构对六边形单频网进行调整，可实现对地面数字电视单频网 SFN 覆盖范围的扩大。

地面数字电视单频网 SFN 三角形组网模式的应用会涉及到对三个发射站的构建，通过将三个发射站构建成三角形，可实现对单频网的封闭式组网。在保证发射站功率相同的情况下，对于三角形单频网覆盖范围的扩大，只需要通过拼接三角形这一形式的三个发射站即可实现。

3. 地面无线数字电视覆盖单频网 SFN 接收不良的有效处理措施

3.1 调整发射端

地面无线数字电视发射端包括发射站、数字电视转发器等。针对地面无线数字电视单频网 SFN 因覆盖重叠区域大及载噪比低而产生的接收不良问题，可根据实际需求及问题，通过科学调整发射端予以解决，如提升发射站输出功率、利用数字电视转发器补充单频网覆盖、利用漏缆补充地下空间覆盖等。

发射站是接收和发射地面数字电视单频网所传输电视信号的主体，而发射站的输出功率决定着单频网覆盖面积的大小。相较于距离单频网核心位置较近的区域，偏远区域所接收电视信号的质量较差，很容易出现信号接收不良。因此，为了更好地解决单频网存在的接收不良问题，根据实际需求及发射站的实际工作情况，可通过提升发射站输出功率、提高发射天线的高度等，实现对单频网覆盖区域内场强的增强，以便在保证信号传输质量的前提下，扩大地面数字电视单频网的覆盖范围。

作为一种无线中继信号增强设备，数字电视转发器的应用，是解决电视信号接收不良问题的有效方法之一。根据传输方式的不同，数字电视转发器主要包括三种类型，分别是光纤、同频与异频转发器。根据地面无线数字电视信号发射的实际需求，在充分考虑单频网覆盖条件的基础上，通过选用不同类型的数字电视转发器，可实现对单频网 SFN 覆盖的补充，并且数字电视转发器的功率有限，对单频网 SFN 传输信号所造成的干扰可忽略不计。对于数字电视转发器的运行时间，不必与单频网 SFN 覆盖范围内的各发射机保持相同。有利于保障电视信号的传输质量。

地面无线数字电视发射机输出信号后的连接方式主要包括两种，一种是发射天线连接，另一种是漏缆连接。其中，发射天线连接主要是用于地面，对地下空间的作用相对较小，这也导致地下车库、隧道等地下空间很容易出现覆盖盲区或盲点。针对这种现象，可利用漏缆连接方式对发射天线连接进行补充连接，作为一种同轴天线，漏缆连接在地下空间能够发挥更大的作用。通过补充漏缆连接，漏缆的外导体经由多个槽孔，会产生高频能量，并且这些能量会以均匀分布的方式进行辐射，再经转发器馈入，从而提升电视信号在地下空间的传输质量。

3.2 改善接收端

接收端是指无线数字电视单频网 SFN 所传输电视信号的接收终端，对于单频网 SFN 所存在的信号接收不良问题，可通过改善接收端予以解决，从而保障单频网信号传输的质量。基于地面数字电视单频网 SFN 的建设，通过选用性能更强、增益更高的接收天线及相应接收设备，提升接收端的抗干扰能力及灵敏度，可实现对接收端接收能力的增强，从而确保信号接收不良问题能够得到更好的处理。此外，分集接收技术是目前我国针对地面数字电视单频网 SFN 接收不良问题的一种理想处理技术。分集接收技术的应用原理是将双高频头接收机设计与二重空间分集技术的应用进行结合，以便在发射机功率相同的情况下，确保接收信号电平能够得到提升，从而实现对信号传输质量的提升，确保信号接收不良问题能够得到解决。

4. 结束语

综上所述，地面无线数字电视是广播电视行业的核心发展方向，单频网 SFN 的覆盖范围及信号传输质量，直接影响着地面无线数字电视的发展速度。针对目前地面数字电视传播所存在的信号接收不良问题，在应用单频网 SFN 的基础上，通过合理选用单频网组网模式，调整发射端，改善接收端，可实现对信号传输质量的提升，有利于扩大单频网的覆盖面积，保障信号接收效果，对地面无线数字电视的推广具有一定的促进作用。媒

参考文献

[1] 杨俊华，谷晓惠 . 地面无线数字电视覆盖单频网 SFN 组网模式与接收不良处理 [J]. 西部广播电视，2014（2）.

（作者单位：宁夏青铜峡市广播电视台）